

Näkymättömän jäljillä

Neodyymilasin sinisen sävyn jäljittely

Sini Majuri

Keramiikan ja lasin materiaalitutkimus
Keramiikka- ja lasitaiteen koulutusohjelma

Muotoilun laitos

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

9.12.2012

Tiivistelmä

Neodyymilasilla on erityinen ominaisuus: sen väri vaihtuu valaistusolojen mukaan. Luonnonvalossa lasi on violetti, kun määrätynlaisessa keinovalossa sama esine vaikuttaa siniseltä. Näkymättömän jäljillä, neodyymilasin sinisen sävyn jäljittely - tutkimusraportissa etsitään sisäväriä neodyymin keinovalossa näkyvälle siniselle sävylle valmistamalla oksidivärjättyjä lasiseoksia. Tutkimuksen on tarkoitus antaa materiaaliset lähtökohdat esinesuunnitteluun, jossa lasiin luodaan ainoastaan luonnonvalossa erottuva kuvio, joka katoaa näkyvistä valaistusolojen vaihtuessa.

Tutkimustehtävänä on löytää sinisen lasin sävy, joka muistuttaa läheisesti neodyymin tuottamaa sinisen sävyä. Tutkimus rakentuu käytännön kokeista sekä aiheen kirjallisuusselvityksestä. Lasin väriä tutkitaan kahdeksalla lasin seoksella, joita tarkastellaan myös viskositeettitestien sekä puhalluskokeiden kautta. Lasiseokset valmistetaan kahdessa neljän valun sarjassa. Lasin sinistä väriä tavoitellaan koboltti-, kupari- ja rautaoksidiseoksilla.

Tutkimuksen tärkein tulos oli hyvin lähelle neodyymin sinistä sävyä osuva värisävy lasiseoksessa, jossa oli käytetty 0,001% kobolttioksidia. Kobolttioksidin voimakas värjäävyys on hyvin nähtävissä tuloksissa. Lasiseokset soveltuivat hyvin puhallukseen. Tutkimuksen mielenkiintoinen tulos oli myös se, että 2% rautaoksidia sekä 2% hiiltä sisältävää grafiittia aiheuttaa lasiseoksessa sinivihreän sävyn.

SISÄLLYS

1 Johdanto	4
2 Tutkimuksen tausta	5
2.1 Väriä vaihtavat lasit	5
2.2 Neodyymi	6
2.3 Lasin värjääminen	8
3 Tutkimus	9
3.1 Tutkimusmenetelmät	9
4 Tulokset	11
4.1 Valu 1	11
4.2 Valu 2	11
4.3 Viskositeettikoe	13
4.4 Puhalluskoe	13
5 Johtopäätökset	15
Lähteet	17
Liitteet	19

1. Johdanto

Kauniin vaaleansininen lasiesine on asetettu esille taidenäyttelyyn. Pian valaistus vaihtuu ja esine muuttuu vaaleanpunaiseksi. Sen sisälle on ilmestynyt kuvio, joka oli aiemmin näkymätön. Valaistus muuttuu ja lasiesine on jälleen seesteisen vaaleansinisessä ja kuviottomassa muodossaan.

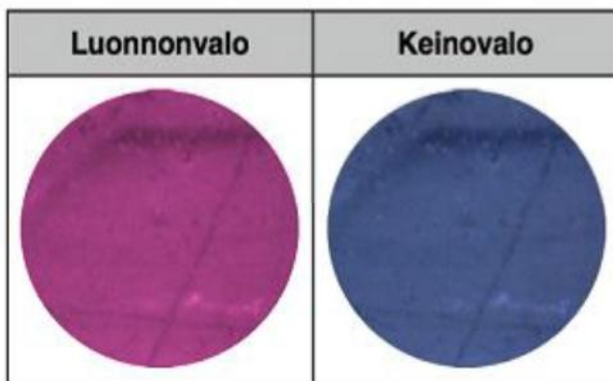
Neodyymilasi vaihtaa väriä valaistuksen mukaan. Se on luonnonvalossa violetti ja määrättyissä keinovalaistuksissa sininen. Tutkimuksen lähtökohtana on löytää lasin sininen sävy, joka vastaa neodyymilasin keinovalossa näkyvää vaaleansinistä värispektriä, mutta ei muuta sävyä valaistuksen mukaan. On huomioitavaa, että kaikki keinovalot eivät paljasta lasin sinistä valoa, koska markkinoilla on paljon luonnonvaloa vastaavia valaisimia. Esimerkiksi LED-valot voivat saada lasin vaikuttamaan punertavalta. Tässä raportissa sanalla keinovalo tarkoitetaan ainoastaan valaistusta, joka muuttaa neodyymin siniseksi.

Tutkimustulosten kautta on mahdollista luoda lasiin näkymätön kuvio, joka ilmestyisi esiin luonnonvaloa vastaavissa olosuhteissa. Sävy on tarkoitus löytää värjäävien oksidien avulla niin, että se muistuttaa hyvin läheisesti neodyymioksidilla saavutettua sinistä väriä. Tutkimuksen tarkoitus on kehittää lähtökohdat menetelmälle, jolla lasiesineeseen on mahdollista luoda luonnonvalossa näkyvä kuvio. Luokitteleva sisällönanalyysi toimii esiymmärryksen rakentajana, kun perehdyn aihealueen tietoon ja lähdän *näkymättömän jäljille*. Tutkimuksen hypoteesina on, että vaalean sinisen värin löytäminen esimerkiksi kobolttioksidin avulla on haastavaa, koska koboltti on voimakas värjääjä. Pieniä lasimääriä valmistettaessa käytetyt väriraaka-ainepitoisuudet ovat huomattavan pieniä, jolloin tutkimuksen virhemarginaali kasvaa. Tutkimuksen tarkoitus on antaa viitteellisiä arvoja ja lähtökohtia jatkotutkimukselle sekä esineiden valmistusta varten. Tarkoitukseni on viedä aihetta eteenpäin tulevaisuudessa esimerkiksi kandidaatin opinnäytteen muodossa.

Tutkimusmenetelmänä on lasin sinisen sävyjen tarkastelu valmistamalla lasinäytteitä valukokeiden avulla. Upokkaissa käytetään Aalto-yliopiston valmista mänki-seosta, johon värjäävät oksidit sekoitetaan. Koelaseja tarkastellaan myös viskositeetti- sekä puhalluskokein, joiden avulla niiden ominaisuuksia voidaan vertailla sekä käytettävyyttä arvioida. Tuloksia peilataan sisällönanalyysin tuloksiin sekä käytännön kokemuksiin.

2. Tutkimuksen tausta

Perehdyin neodyymilasiin syksyllä 2012 Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulussa järjestetyllä *Lasin materiaalit 2* -kurssilla, jossa kyseistä ainetta käytettiin lasin sinisen sävyn värjäämisessä¹. Valmistimme kurssilla neljä upokasta valukokeita varten. Ensimmäisessä raaka-aineseoksessa käytettiin ainoastaan neodyymiä värjäävänä oksidina. Seoksessa 1. neodyymiä sekoitettiin 24g 400g:n koulun mänkiä, joten sen pitoisuus seoksessa oli 6%. Lasin väri oli luonnonvalossa violetti ja keinovalossa sininen. Värin muutos on havainnollistettu kuvassa 1. Kyseisen lasiseoksen vaaleansinisenä keinovalossa erottuva värisävy² on tutkimuksen keskiössä ja sitä jäljitellään tämän tutkimuksen lasiseoksilla.



Kuva 1: Lasin materiaalit 2-kurssilla vuonna 2012 valmistettu neodyymilasi luonnonvalossa ja keinovalossa³. Valaistusolot sekä lasimassan paksuus vaikuttavat näkyvään väriin.

2.1 Väriä vaihtavat lasit

Väriä vaihtavat lasilaadut ovat osa länsimaalaista arkiesineistöä sekä arkkitehtuuria. Esimerkiksi auringossa tummuissa eli fototrooppisilla linseillä varustetuissa silmälaseissa voidaan nähdä lasin värinmuutos valaistusolosuhteiden mukaan⁴. Fototrooppiset materiaalit keksittiin 1960-luvulla. Vuonna 1964 *Corning Glass Works* esitteli uusia linsejä, jotka vaihtoivat väriä mustaksi auringonvalossa ja muuttuivat läpinäkyviksi sisätiloissa. Fototrooppisessa lasissa on hopeahalogenidia, jossa valo aiheuttaa kemiallisen reaktion. Esimerkiksi hopeabromidi on lasissa läpinäkyvää, mutta

¹ Majuri, Perikangas 2012

² Kuva 1, 5

³ Majuri, Perikangas 2012, 11

⁴ Suvanto 2008, 48

valon aiheuttamassa reaktiossa syntyvät pienet, vain muutaman atomin kokoiset hopeakiteet tummentavat lasia. Sama reaktio on nähtävissä filmissä valokuvaa otettaessa⁵. Linssimateriaali eroaa kameran filmistä siinä, että reaktiot tapahtuvat suljetussa tilassa, jolloin reaktio tapahtuu myös käänteiseen suuntaan. Käänteiseen reaktioon, eli hopean muuttumiseen takaisin ioneiksi vaikuttaa valon lisäksi lämpötila. Kylmä pitkittää reaktiota⁶. Tämä on esimerkki siitä, kuinka myös lämpö voi vaikuttaa lasin värisävyyn. Lämpötiloihin värillä reagoivia lasilaatuja onkin kehitetty esimerkiksi sisustukselliseen käyttöön. Myös sähkövirran avulla väriään muuttavia laseja on käytetty esimerkiksi ikkunoissa. *Smart glass* (Electrochromatic Glass) eli *älylasi* muuttuu läpinäkyvästä opaaliksi napin painalluksella ja se voi myös vaihtaa väriä käytetystä tekniikasta riippuen⁷. Älylasin kehitys alkoi 1970-luvulla, kun useat yhtiöt alkoivat patentoida sähkövirran avulla opaaliksi muuttuvia lasilaatuja. Sähkövirta tekee lasista opaalia ja virran katkaisu saa lasin taas läpinäkyväksi⁸. Sisustustarkoituksiin kehitettyjä lasimateriaaleja käsitellään myös kvartsikiteillä ja metallioksidoilla, jotka antavat lasille *dikroismi*-ominaisuuden. *Dichroic-lasi* on useista päällekkäisistä tasoista koostuvaa lasia, joka on puristettu yhteen. Materiaali näyttää muuttavan väriä tarkastelukulman mukaan. Lasipinta voi olla esimerkiksi vihreä, mutta muuttaa väriä kullanhohtoiseksi, kun katsoja muuttaa tarkastelupistettä⁹. Myös dichrona tunnettu lasi on kehitetty NASA:n avaruushjelmassa 1950-luvun lopulla.

2.2 Neodyymi

Neodyymi on lantanoidi eli se luetaan alkuaineiden jaksollisessa järjestelmässä harvinaisten maametallien luokkaan (*eng. rare earths*)¹⁰. Lantanoideja käytetään yleisesti teollisuudessa niiden erityisominaisuuksien; magnetismin, luminenssin ja kestävyysden vuoksi¹¹. Neodyymi on yksi yleisimmistä lantanoideista ja sen avulla on luotu voimakkaimmat tunnetut magneetit¹². Vaikka Neodyymi luetaankin harvinaisiin maametalleihin, on se maankuoressa yleisempi kuin esimerkiksi kulta. Alkuaineen löysi itävaltalainen kemisti *Carl Auer von Welsbach* vuonna 1885¹³. Suurin neodyymin tuottaja

⁵ Suvanto 2008, 48

⁶ Mt. 48

⁷ <http://www.glassonweb.com/articles/article/192>

⁸ Oltean 2006, 1

⁹ Araujo 2003. 49-55

¹⁰ Oliveira, 880

¹¹ Tse 2011, 1

¹² Cahal, 2010

¹³ Adunka 2000, 24

on Kiina ja lähes kaikki harvinaisista maametalleista tulee yhdestä suuresta kaivoksesta Baotoun kaupungin läheltä sisä-Mongoliasta. Taulukossa 1. on esitetty neodyymin keskeiset ominaisuudet.

Taulukko 1: Neodyymin ominaisuudet

Nimi	Neodyymi
Kemiallinen merkki	Nd
Jaksollisen järjestelmän nro	60
Sulamispiste	1024 celsiusta
Tiheys	7.01 g/cc
Kovuus	265 MPa

Neodyymilasia on kutsuttu myös nimellä *Aleksandriitiksi*¹⁴. Aleksandriittikivi on kuuluisa sen kyvystä muuttaa väriä valaistuksen mukaan. Mineraali on vihreä päivänvalossa ja tummanpunainen keinovalossa. Sekä neodyymissä että aleksandriitissa tämä valon ja värin leikki johtuu kapeista, mutta syvistä absorptio-kaistoista, jotka jakavat näkyvän valon spektrin kahteen osaan; siniseen ja punaiseen. Absorptio on niin voimakasta, että jopa vain hennosti värjätty neodyymilasi imee itseensä keltaisen värin kokonaisuudessaan¹⁵.

Neodyymiä käytettiin ensimmäisen kerran kaupallisen lasin värjäämisessä 1927, kun Leo Moser teki neodyymilasikokeiluja. Tämän jälkeen neodyymi on ollut varsin suosittu lasin väriaine esimerkiksi 1930-luvun amerikkalaisten lasitalojen, kuten Heiseyn ja Cambridgen käytössä¹⁶. Neodyymilasin on valmistettu ympäri maailmaa, kuten Kiinassa, Tsekissä ja Amerikassa.

2.3 Lasin värjääminen

Lasin värjäämisessä neodyymiä käytetään absorptiovärinä eli ionivärjäämisessä. Silloin väriraaka-aine liukenee ja leviää tasaisesti lasimassaan¹⁷. Absorptiovärinä neodyymi on harvoin käytetty, koska raaka-aine on kallista ja väri vaikeasti hallittavissa. Lasinvalmistuksessa neodyymi antaa lasin sävyille erikoisen ominaisuuden.

¹⁴ Weyl 1951, 223

¹⁵ Bray, 223

¹⁶ Oliveira 881

¹⁷ Taiviola 2012, 5

Luonnonvalossa sekä led-valossa lasi vaikuttaa laventelin violetilta kun taas keinovalossa, kuten loisteputkivalaistuksessa, sävy muuttuu vaaleansiniseksi. Neodyymiä voidaan myös käyttää värinpoistajana¹⁸. Lasiseosta valmistettaessa on myös huomioitava neodyymioksidin haitallisuus terveydelle ja käytettävä hengityssuojainta sekä suojakäsineitä¹⁹. Didymium-lasi on neodyymilasin kaupallinen muoto ja sitä käytetään esimerkiksi linseissä. Neodyymilasin ominaisuuksia ovat matala lämpölaajenemiskerroin sekä lämpötilojen vaihtelun kestävyys. Lasin värjäämisessä käytetään neodyymioksidia Nd_2O_3 . Aineen terävä absorptioalue aiheuttaa lasille ominaisen värin vaihtelun valaistuksen mukaan: puna-purppura päivänvalossa ja kellansävyisessä valaistuksessa, sininen fluorisoivassa valossa ja vihreä trikromaattisessa valossa. Seleenin ja kullan kanssa sekoitettuna neodyymillä on mahdollista saavuttaa kauniita punaisen sävyjä. Alkuperäisessä Moserin reseptissä neodyymin pitoisuus lasisulassa oli 5%. Alexandrit-lasissa neodyympitoisuus oli 4%²⁰.

Tässä tutkimuksessa sinistä väriä lasiin tavoitellaan esimerkiksi rautaoksidilla, joka yleisesti värjää lasin vihreäksi ja on vanhin ja halvin tapa värjätä lasia²¹. Raudan ja hiilen seos aiheuttaa lasissa sinisen sävyn. Tutkimuksessa on tarkoitus tavoittaa hyvin vaalea sininen väri, joten raudan ja hiilen pitoisuudet ovat seoksissa hyvin pienet. Tutkimuksessa käytetään myös kobolttioksidia, joka on hyvin voimakas lasin sininen väriaine. Jo 0,0001% ylittävät pitoisuudet aiheuttavat sinisen värin²². Myös seoksissa käytettävällä kuparilla saadaan suoravärjäyksessä sinistä väriä. Kolloidivärjäyksessä kupari saa aikaiseksi punaisen värin²³. Värjäämiseen käytetään yleensä 1% kuparioksidia.

3. Tutkimus

Haasteen tutkimukseen antaa neodyymin ailahteleva ja vaikeasti dokumentoitava väri. On hyvin vaikeaa määritellä tai kuvailla väriä, joka voi muuttua hyvin pienestä valaistuksen muutoksesta. Jotta neodyymilasin keinovalossa erottuva sininen sävy näkyisi, täytyy sitä tarkastella huoneessa, johon ei pääse luonnonvaloa eikä luonnonvaloa vastaavaa keinovaloa. Myös lasin paksuus vaikuttaa väriin, joten totuudenmukaisten tulosten saavuttamiseksi myös lasinäytteiden on oltava samanpaksuisia. Useat keinovalot

¹⁸ Bray, 94

¹⁹ Liite 1, 19

²⁰ Oliveira, 887

²¹ Taiviola 2012, 8

²² Mt. 10

²³ Mt. 11

vastaavat spektriltään luonnonvaloa, joten kaksi samanlaiselta vaikuttavaa loisteputkea voivat värittää lasin eri tavoin, jos toinen loisteputkista on luonnonvalolamppu. Varmin tapa oikeanlaisen valaistuksen löytämiseen on mielestäni se, että lasin värin muutosta tarkastellaan omien havaintojen kautta. Kun löytyy valaistus, jossa lasi on sinistä, suljetaan muut valonlähteet tilasta ja lasia esimerkiksi valokuvataan vain tässä valaistuksessa.

3.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen esiymmärryksen rakentajana tutustuminen alan kirjallisuuteen antoi kuvan siitä, kuinka neodyymi käyttäytyy lasissa ja millaisia sen ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet ovat. Tutkimuksessa lähtökohtana käytetty neodyymilasinäyte valmistettiin osana Lasin materiaalit 2 -kurssityötä ja tämä tutkimus on jatkoa kyseiselle kurssityölle²⁴. Neodyymilaseoksen koostumus oli 6% neodyymiä 400g:ssa Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun valmista mänkiä. Lasinäytettä tarkasteltiin siniseksi värjäävässä keinovalossa, jolloin tutkimuksen kannalta olennainen sininen värisävy erottui²⁵.

Tutkimusmenetelmänä on kahdeksan sinisen lasiseoksen tekeminen valukokeina. Kokeessa käytetään 400 g Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun valmista lasiseosta eli mänkiä kutakin upokasta kohden. Mänki murskataan jauheeksi, jotta lasiseoksesta tulee tasainen. Jokaiseen lasiseokseen mitataan värjääviä oksideja, joiden pitoisuudet arvioidaan taustatietojen perusteella. Oksidit mitataan seoksiin ja ne sekoitetaan huolellisesti ennen sulatusta. Taulukossa 1 on esitetty seosten oksidipitoisuudet.

Taulukko 1: Lasiseosten oksidipitoisuudet.

Seos 1	Seos 2	Seos 3	Seos 4	Seos 5	Seos 6	Seos 7	Seos 8
Koboltti 0,025 % Rauta 0,01%	Koboltti 0,01%	Koboltti 0,025 % Kupari 1% Rauta 0,5%	Hiili 0,1% Rauta 0,1%	Koboltti 0,001% Rauta 0,01%	Koboltti 0,0001%	Koboltti 0,001% Kupari 0,1% Rauta 0,01%	Hiili 0,5% Rauta 0,5%

²⁴ Majuri, perikangas 2012

²⁵ Kuva 1, 5

Sekoitetut aineet kaadetaan neljään upokasvalusavesta valmistettuun upokkaaseen, joista sulanut lasimassa kaadetaan lopuksi grafiittimuottiin. Lasiseoksen kaataminen grafiittimuottiin on havainnollistettu kuvassa 2, jossa näkyy myös tilanteessa käytettävä kuumasuojapuku. Grafiittimuotissa jokainen seos merkitään järjestysluvulla, jotta koelasiarkot on mahdollista tunnistaa toisistaan. Lasiarkot asetetaan lopuksi jäähdytysuuniin, jossa niiden lämpötila pääsee laskemaan hallitusti, jotta esineisiin ei jää jännityksiä.

Sulatuksessa valmistetaan ensin neljä seosta, joiden perusteella päätellään pitoisuudet toista sulatuskoetta varten. Hypoteesina on, että ensimmäisen sulatuksen sävyt eivät ole onnistuneita lopullista tarkoitusta varten, mutta niiden avulla voidaan päätellä sopivat pitoisuudet sekä käytetyt aineet oikean väriseen lasiseokseen. On tärkeää tarkastella, onko sopiva oksidi koboltti, kupari vai rauta.



Kuva 2: Lasiseos kaadetaan upokkaasta grafiittimuottiin. Lasiarkkoon merkitään painamalla sen järjestysluku lasin ollessa vielä pehmeää. Lasiseoksia valmistaessa on käytettävä kuumuudelta suojaavaa suojapukua.

4. Tulokset

Tutkimuksen tulokset jakaantuivat neljään vaiheeseen; valu 1, valu 2, viskositeettikoe ja puhalluskoe. Jokainen tutkimuksen osa antoi kiinnostavaa tietoa sinisen värin värjäamisestä lasiin ja siitä, kuinka saavutetaan vaaleansinisiä sävyjä lasiin. Valu 1:n avulla pääteltiin oksidipitoisuudet valuun 2.

4.1 Valu 1

Ensimmäisen valun tulokset olivat yllättävät. Vaikka lasiseoksissa oli käytetty hyvin pieniä oksidipitoisuuksia, värjäivät ne lasin voimakkaasti. Värit olivat liian tummia käytettäväksi lopullisessa tarkoituksessaan neodyymilasin parina. Tuloksista oli kuitenkin suuri hyöty. Ensimmäisen upokaserän kautta oli mahdollista päätellä sopiva oksidimäärä seuraavaan valuun. Seos 4 ei muuttunut siniseksi, joten toisin kuin muissa seoksissa, tulisi värjäävien oksidien määrää siinä lisätä. Seoksen 4 sävy oli hyvin vaalea keltainen ja lasi oli miltei väritöntä. Taulukossa 2. olen havainnollistanut saavutettuja värisävyjä tarkemmin. Upokkaat 1-4 eivät soveltuneet neodyymilasin kanssa käytettäväksi tutkimuksen päätarkoituksessa, koska ne olivat eri väriset neodyymin rinnalla.











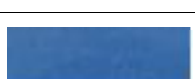





4.2 Valu 2

Toisen valun oksidipitoisuudet arvioitiin ensimmäisen valun tulosten perusteella. Seoksen 5. koostumus arvioitiin seoksen 1. mukaan, jolloin kobolttipitoisuus pienennettiin 0,001%:iin ja rautaoksidin määrä 0,01%:iin. Koska väriraaka-ainepitoisuudet ovat seoksissa 5-7 hyvin pienet, on niiden mittaaminen haastavaa. Koska Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun Keramiikka- ja lasitaiteen osaston vaailla päästiin kahden desimaalin tarkkuuteen, täytyi sopivan koostumuksen mittaamiseksi käyttää lainattua vaakaa. Virheelle on mahdollisuus siinä, että laitteen toimivuus hyvin pieniä pitoisuuksia mitatessa ei ole taattua ja tulokset ovat näin ollen viitteellisiä. Valun 2 tulokset olivat myönteisiä, koska kaksi lasiseoksista oli väritään hyvin lähellä neodyymilasin sinistä sävyä. Seokset 6 ja 7 olivat hyvin vaaleansinisiä, joten niitä voi pitää onnistuneina tuloksina, joiden värit sopivat tutkimuksen tarkoitukseen, näkymättömän kuvion luomiseen.

Taulukossa 2 (s.12) on esitetty valujen värisävyjen suhde neodyymilasiin sekä niiden koostumus. Taulukosta voidaan havaita, että seokset 6 ja 7 ovat sävyiltään lähellä

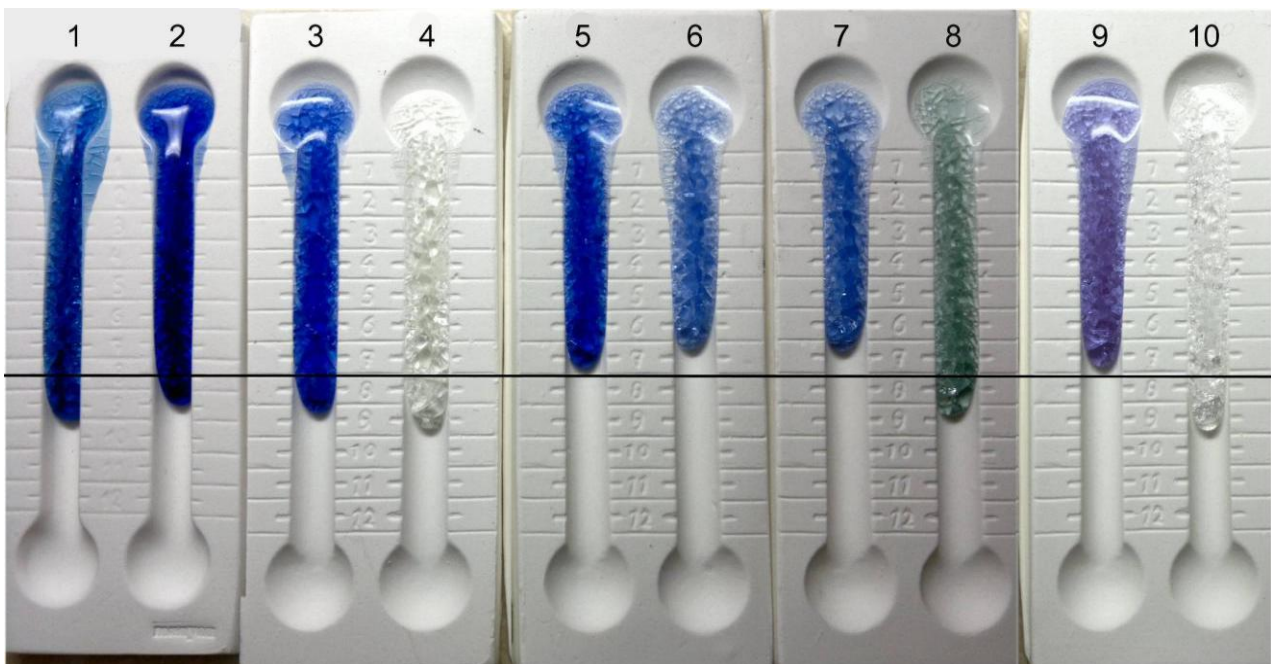
neodyymiä. Tummin sininen on seos 1 Seokset 4 ja 8 eivät ole väriltään sinisiä, vaikka seoksessa 8 olikin nähtävissä vihertävänsinistä sävyä vihreän värin joukossa.

Taulukko 2: Lasiseosten sopivuus neodyymilasin sinisen sävyn kanssa. Seokset 1-4 olivat ensimmäisessä valukerrassa ja niiden jälkeen valmistettiin seokset 5-8 toisessa valussa. Seosten 4-8 värit olivat puhalluksessa hyvin vaaleat.

	Käytetyt oksidit	Saavutettu väri	Tavoiteltu väri	Tulos	Puhallettavuus
Seos1	Koboltti 0,025 % Rauta 0,01%			Liian tumma väri	Sopi puhallukseen
Seos 2	Koboltti 0,01%			Liian tumma väri	Sopi puhallukseen
Seos 3	Koboltti 0,025 % Kupari 1% Rauta 0,5%			Liian tumma, turkoosi väri	Sopi puhallukseen
Seos 4	Hiili 0,1% Rauta 0,1%			Liian vaalea, keltainen väri	Sopi puhallukseen, väri ei erottunut
Seos 5	Koboltti 0,001% Rauta 0,01%			Liian tumma väri	Sopi puhallukseen, hyvin vaalea väri
Seos 6	Koboltti 0,0001%			Sopiva sävy	Sopi puhallukseen, hyvin vaalea väri
Seos 7	Koboltti 0,001% Kupari 0,1% Rauta 0,01%			Sopiva sävy	Sopi puhallukseen, hyvin vaalea väri
Seos 8	Hiili 0,5% Rauta 0,5%			Liian tumma, Vihreä väri	Sopi puhallukseen, hyvin vaalea väri

4.3 Viskositeettikoe

Viskositeettikoetta varten jokaisesta kahdeksasta koelasista porattiin timanttikoralla pyöreä lasikappale. Kappaleet hiottiin samanpainoisiksi ja asetettiin upokasvalusavesta valmistettujen viskositeettialustojen päälle uuniin. Viskositeettialustat olivat 40 asteen kulmassa, jotta uunin lämpötilan sulattama lasi valuisi hallitusti osoittaen lasimassan viskositeetin. Myös neodyymilasista sekä kirkkaasta lasista valmistettiin koekappaleet testiin vertailun vuoksi. Yksi viskositeettialustoista oli n. 1,5 cm pienempi, kuin muut, joten seokset 1 ja 2 eivät viskositeettikokeessa antaneet aivan tarkkaa tulosta. Seokset 5, 6 ja 7 olivat viskositeetiltaan lähellä toisiaan ja niiden sulaminen oli pysähtynyt mittataulukossa arvoon 7. Myös viskositeettikokeen seos 9, eli neodyymilasi vastasi tätä arvoa. Seokset 3,4,8 ja 10 olivat sulaneet arvoon 9. Seos 10 oli kirkas lasi. Kuvassa 3 on viskositeettikokeen sulatustulokset. Kuvan ensimmäinen laatta, jonka päällä on seokset 1 ja 2 on pienempi, kuin muut laatat, joten kyseisellä laatalle ei ole saatu täysin vertailukelpoista tulosta.



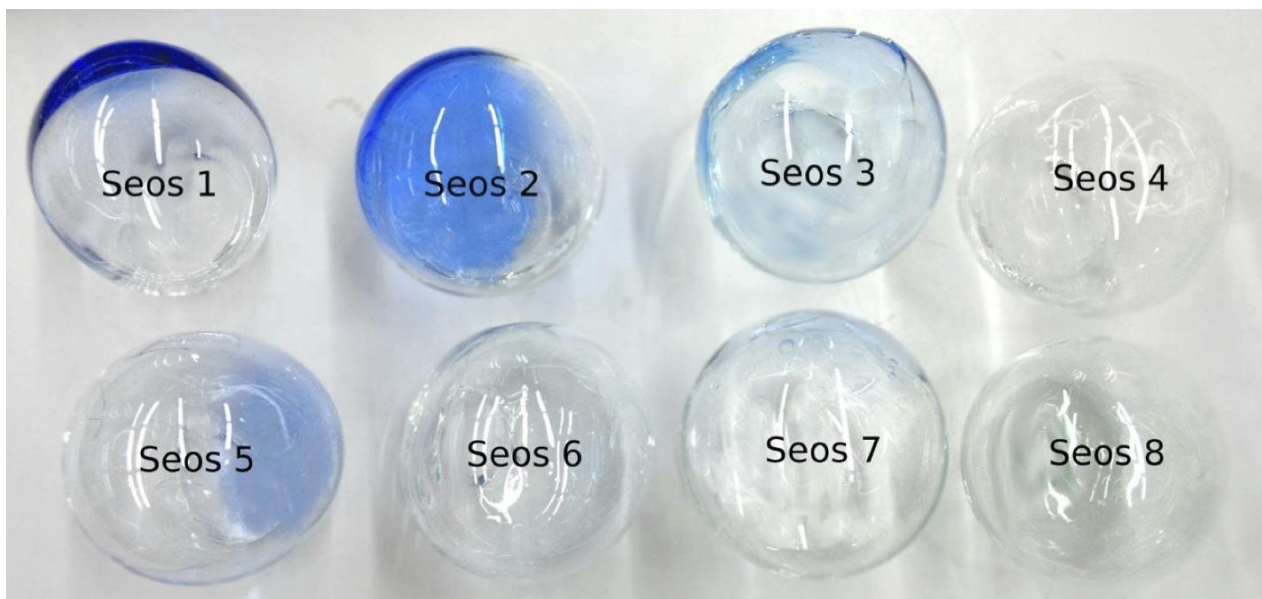
Kuva 3: Viskositeettikokeen tulokset

4.4 Puhalluskoe

Puhalluskoetta varten jokaisesta kahdeksasta koelasista sahattiin timanttisahalla tasamittaiset palat, jotka asetettiin jäähdytysuuniin lämpenemään ennen puhallusta. 20 minuutin jälkeen koelasit puhallettiin poimimalla ne lasinpuhalluspillillä jäähdytysuunista ja

puhaltamalla niistä halkaisijaltaan 8 cm kokoiset lasipallot. Jokaisen lasipallon päällä on kerros kirkasta lasia. Kahdeksan puhalluskokeen lisäksi puhalsin esineen, jossa käytin rinnakkain seoksia 6 ja 9. Havaitsin seosten toimivan hyvin tutkimuksen tarkoituksessa, eli muuttuvan samanvärisiksi määrätynlaisessa keinovalossa²⁶.

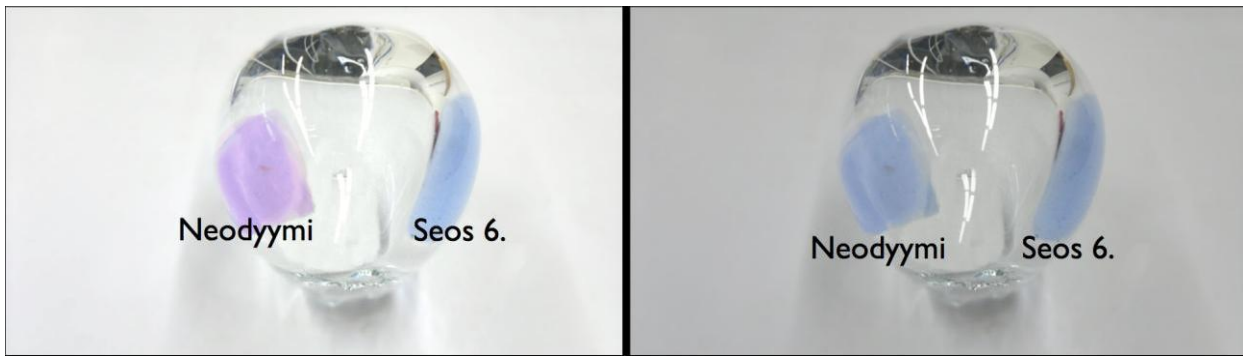
Puhalluskokeessa selvisi, että valun 1 seoksista 1-3 sopivat puhallukseen, jossa tavoitellaan vaaleansinistä väriä. Värit olivat selvästi siniset. Seos 4 oli puhallettuna hyvin kirkkaan lasin kaltainen ja väritön, joten sen avulla on mahdollista saada todella hento sävy lasiin. Kaikki lasit puhaltuivat eikä niissä syntynyt jännityksiä. Tämä johtui siitä, että lasiseoksissa oli käytetty samaa mänkiseosta, kuin puhallettavassa kirkkaassa lasissa. Tuloksena oli, että seoksissa 1, 2, 3 ja 5 oli kirkkain väri. Seos 4 oli kaikkein värittömin, kun seos 8 erottui kauniin vaaleanvihreänä. Seos 6 ja 7 olivat väritään hyvin vaaleita, mutta lasin paksuissa osissa sinertävät sävyt tulivat häivähdyksen omaisesti esiin. Kuvassa 4 on esitetty puhalluskokeen tulokset. Kuvassa ei juurikaan erotu seosten 4, 6, 7 ja 8 värit, joissa on hyvin vaalea värisävy.



Kuva 4: Puhalluskokeen tulokset, seokset 1-8.

Kuvassa 5 on esitetty puhaltamani lasiesine, jossa käytin seoksia 6 ja 9 rinnakkain. Kuvassa Vasemmalla on huomattavissa, kuinka neodyymilasi muuttuu punertavaksi luonnonvalossa, kun seos 6 pysyy sinisenä. Keinovalossa molemmat lasit vaikuttavat samanvärisiltä.

²⁶ Kuva 5, 15



Kuva 5: Puhaltamani lasiesine, jossa olen käyttänyt seosta 6 sekä neodyymilasia, eli seosta 9. Vasemmalla esine on kuvattu auringonvalossa ja oikealla loisteputken valossa. Auringonvalossa neodyymilasi on punertavaa.

5 Johtopäätökset

Lasitutkimuskurssilla lähdin ”Näkymättömän jäljille”; etsimään neodyymilasin sinistä sävyä vastaavaa lasiseosta. Tarkoituksena oli asettaa väriään vaihtava neodyymi rinnakkain samankaltaisen sinisen lasin kanssa, jolloin tulevaisuudessa olisi mahdollista luoda vain määrätysssä valaistuksessa näkyvä vaaleanpunainen kuvio. Tutkimuksen kautta selvisi, että seokset 6 ja 7 toimivat tämän ”näkymättömän kuvion” luomisessa, koska niiden sävy oli tarpeeksi vaaleansininen. Niiden kautta on mahdollista tavoittaa lasiesineisiin uusi mielenkiintoinen tapa käyttää lasin sinisiä sävyjä neodyymilasin kanssa rinnakkain, koska tähän astisen tietoni mukaan vastaavaa menetelmää ei ole aikaisemmin käytetty. Mielenkiintoinen tutkimustulos oli myös se, kuinka pieninä pitoisuuksina koboltti värjää lasia. Myös rautaa ja hiiltä sisältäneet seokset 4 ja 8 olivat kiinnostavia, koska seos 4 oli väriltään kellertävä, kun 8 muuttui sinertävän vihreäksi. Tämä johtui seoksen 8 suuremmasta oksidipitoisuudesta, jolloin hiili pelkisti seoksen raudan sinertäväksi.

Neodyymilasin värinmuutos valaistusolojen mukaan on vaikeasti havainnoitava asia. Neodyymilasia on vaikea valokuvata, koska se voi näyttää paljaalla silmällä tarkasteltuna erilaiselta kuin valokuvassa. Myös lasin paksuuden vaihtelut vaikuttavat näkyvään väriin. W.A Weyl kertoo kirjassaan *Coloured Glasses* kattavasti neodyymilasista, mutta kirjassa puhutaan luonnonvalon ja keinovalon aiheuttamista värinmuutoksista. Esimerkikisi sivulla 223 on taulukko, jossa käsitellään neodyymia ja vanadiumia sisältävien lasiseosten värejä luonnon- ja keinovalossa. Erilaisia keinovalonlähteitä ei tässä otettu huomioon, koska kirja on alun perin julkaistu vuonna 1951. Kyseisessä taulukossa mielenkiintoista on se, että vanadiini ja neodyymi näyttäisivät yhdessä aiheuttavan päinvastaisen värinmuutoksen lasissa kuin ainoastaan neodyymia sisältävä lasi; lasi olisi luonnonvalossa sininen. Havaintojeni mukaan esimerkiksi valkoinen LED-valo, luonnonvaloa vastaava valkoinen loisteputki sekä jotkin energiansäästölamput saavat lasissa aikaan punertavan

värin. On yleistä, että samassa tilassa on paljon erilaisia valonlähteitä. Onkin mahdollista kävellä valaistussa huoneessa ja huomata neodyymin muuttavan väriä keinovalossa.

Puhalsin tutkimuskurssilla myös esineen, jossa käytin seosta 6 ja 9 rinnakkain lasipallossa²⁷. Esineen kautta voidaan havaita, kuinka seokset käytännössä toimivat samassa esineessä. Väri lasit näyttävät esineessä hyvin samankaltaiselta, kun valaistus muuttaa lasit sinisiksi. Niiden välillä on kuitenkin vielä hienoinen sävyero. Kun valaistus muuttuu luonnonvaloa vastaavaksi, toinen sinisistä alueista muuttuu vaaleanpunaiseksi.

Yllättävää tutkimusta tehdessä oli se, kuinka monet valonlähteet vastaavat väritään luonnonvaloa. Haastavaa olikin lasinäytteiden valokuvaaminen sekä niiden värien vertailu neodyymiin, joka vaihtoi väriään hyvin herkästi valaistusolojen mukaan. Jopa kyseiseen kurssiin kuuluvan näyttelyn rakentamisvaiheessa ilmeni uutta tietoa, kun näyttelytilan valaistus vastasi luonnonvaloa ja keinovalon lasiin tuoma sininen väri ei laisinkaan näkynyt näyttelytilanteessa. Jatkossa huomioitavaa onkin se, millaisessa valaistuksessa tulevaisuudessa valmistettavat esineet asettaa esille, jotta niiden ”katoavat ja taas näkyviin ilmestyvät kuviot” saavuttavat täyden potentiaalinsa.

Tutkimuksen taustakirjallisuuteen perehtyminen avasi neodyymilasin olemusta. Jotkut lähteistä vaikuttivat olevan hyvin vanhoja, joten esimerkiksi Weylin 50-luvun kirjassa Coloured glasses ei tunneta lainkaan keinovaloa, joka vastaa spektriltään luonnonvaloa. Se, että jotkut keinovalot tuovat lasiin luonnonvalon kaltaisen värin oli tutkimuksen edetessä kokemuksen kautta sekä suullisista lähteistä paljastunutta tietoa. Joissakin uudemmissa internet-lähteissä puhutaan neodyymin muuttuvan punertavaksi esimerkiksi LED-valaistuksessa, mutta asiaa ei havaintojeni mukaan ole laajemmalti kartoitettu alan kirjallisuudessa. Jatkotutkimuksen kannalta yhtenä haasteena voisikin olla esimerkiksi se, että neodyymin väriä tarkastellaan eri keinovaloissa ja kartoitetaan sitä, millaisilla ja minkä tehoisilla valaisimilla eri värisävyt saadaan parhaiten esille esimerkiksi näyttelytilanteessa.

Jatkotutkimushaasteena voidaan myös nähdä se, kuinka metallioksidoilla voisi saada aikaan punaisen värin, joka vastaa luonnonvalossa erottuvaa neodyymin sävyä. Värinvaihdosta voitaisi tarkastella näin käänteisenä tai samaan esineeseen olisi mahdollista luoda monia erilaisia kuviopareja, jotka katoavat ”vuorotellen” näkyvistä.

²⁷ Kuva 5, 15

6. Lähteet

Araujo, Raul. 2003. Encyclopedia of Physical Science and Technology. Kolmas painos. Academic Press. New York

Bray, Charles. 1995. Dictionary of Glass: Materials and Techniques. A & C Black, London

Eerola, Markus. Värillisiä pintoja lasissa : liekkiruiskutusmenetelmän kehittäminen lasiesineiden valmistamiseksi / 1999

Majuri, Sini. Perikagas, Sofi. 2012. Sininen lasi. Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Lasin materiaalit 2-kurssin raportti. Helsinki

Rantanen, Kalevi. 2010. Neomagneetti valloitti maailman. Tiede-lehti, 2/2010

Suvanto, Timo. 2008. Miksi lasit tummuvat? Tiede-lehti 3/2008

Vickery, R. C. 1953. Chemistry of Lanthanons. Butterworths

Weber, Marvin. 1984. "Rare Earth Lasers." Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, Vol. 4, ed. K. A. Gschneidner Jr. and L. R. Eyring. Amsterdam: North-Holland Physics Publishing.

Weyl, Woldemar. 1951. Coloured Glasses. Sheffield: Society of Glass Technology

Internetlähteet:

Adunka, Roland. 2000. Carl Auer von Welsbach - Das Lebenswerk eines österreichischen Genies. PLUS LUCIS 1/2000. Artikkel [www-muodossa](http://www.muodossa)

<http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/001/welsbach.pdf> Tulostettu 12.11.2012

Araujo, Raul. Properties and applications of photochromic glasses. Research and development laboratories, Corning glass works. New York. Artikkel [www-muodossa](http://www.muodossa)

http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19680012840_1968012840.pdf Tulostettu 12.11.2012

Oliveira, Pedro. The elements, Periodic Table Reference. Internet-kirja [www-muodossa](http://www.muodossa):

<http://books.google.fi/books?id=J90PQpnE5l4C&pg=PR1&lpg=PR1&dq=Oliveira,+Pedro+The+elements,+Periodic+Table+Reference&source=bl&ots=SaREQiaDTz&sig=RGKBcZQO86Z4C3Dr91TBWxXJu5A&hl=fi&sa=X&ei=GRLkUKWdEYSL4ATEmoFw&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=Oliveira%2C%20Pedro%20The%20elements%2C%20Periodic%20Table%20Reference&f=false> Tulostettu 12.11.2012

McNutt, Marcia: US Geological survey. Reston, Virginia 2012.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2012/mcs2012.pdf> Tulostettu 12.11.2012

Milmo, Cahal. 2010. The Independent :Concern as China clamps down on rare earth exports

<http://www.independent.co.uk/news/world/asia/concern-as-china-clamps-down-on-rare-earth-exports-1855387.html> Tulostettu 12.11.2012

Hedrick, James: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2010:

http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/mcs-2010-raree.pdf

Tulostettu 12.11.2012

Temperature sensitive glass: <https://www.inventables.com/technologies/temperature-sensitive-glass> Tulostettu 12.11.2012

What is dichroic glass: <http://www.cbs-dichroic.com/FAQ.asp> Tulostettu 12.11.2012

Electronic smart glasses, 2006: <http://www.glassonweb.com/articles/article/192>

Tulostettu 12.11.2012

Oltean, Mihai 2006. Switchable Glass: A possible medium for Evolvable. Hardware. Department of Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer Science, Babes-Bolyai University Romania. <http://www.cs.ubbcluj.ro/~moltean/oltean-smartglass.pdf> Tulostettu 12.11.2012

Tse, Pui-Kwan. 2011. China's Rare-Earth Industry. U.S. Department of the Interior. Reston, Virginia. <http://pubs.usgs.gov/of/2011/1042/of2011-1042.pdf>

SIGMA-ALDRICH sigma-aldrich.com

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Asetuksen (EY) N:o 1907/2006 mukaisesti

Versio 5.0 Muutettu viimeksi 14.09.2012

Päiväys 02.01.2013

1. AINEEN TAI SEOKSEN JA YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTETIEDOT

1.1 Tuotetunnisteet

Kauppanimi : Neodymium(III) chloride

Tuotenumero : 449946

Tuotemerkki : Aldrich

CAS-Nro. : 10024-93-8

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Tunnistetut käyttötavat : Laboratoriokemikaaleja, Aineiden valmistus

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

Yritys : Sigma-Aldrich Finland Oy

Bulevardi 7

FI-00120 HELSINKI

Puhelin : +358 9 350 9250

Telefax : +358 9 350 92555

Sähköpostiosoite : eurtechserv@sial.com

1.4 Hätäpuhelinnumero

Hätänumero : Myrkytystietokeskus 358 9 4711

2. VAARAN YKSILOINTI

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

Luokitus säädöksen (EC) No 1272/2008 [EU-GHS/CLP] mukaisesti.

Ihoärsytys (Luokka 2)

Silmä-ärsytys (Luokka 2)

Elinkohtainen myrkyllisyys - kerta-altistuminen (Luokka 3)

EU-direktiivien 67/548/ETY tai 1999/45/EY mukainen luokitus

Ärsyttää silmiä, hengityselimiä ja ihoa.

2.2 Etiketin ainesosat

Etiketointi säädöksen (EC) No 1272/2008 [CLP] mukaisesti.

Varoitusmerkki

Huomiosana Varoitus

Vaaraohje (et)

H315 Ärsyttää ihoa.

H319 Ärsyttää voimakkaasti silmiä.

H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

Ennaltaehkäiseväohje (et)

P261 Vältä pölyn/ savun/ kaasun/ sumun/ höyryn/ suihkeen hengittämistä.

P305 + P351 + P338 JOS KEMIKAALIA JOUTUU SILMIIN: Huuhdo huolellisesti vedellä usean minuutin ajan. Poista piilolinssit, jos sen voi tehdä helposti. Jatka huuhtomista.

Täydentävät vaaralausekkeet ei yhtään

Aldrich - 449946 Sivu 2 / 7

Direktiivin 67/548/ETY ja siihen tehtyjen korjausten mukaan.

Vaaramerkintä

R-lausekkeet

R36/37/38 Ärsyttää silmiä, hengityselimiä ja ihoa.

S-lausekkeet

S26 Roiskeet silmistä huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä ja mentävä lääkäriin.

S37/39 Käytettävä sopivia suojakäsineitä ja silmien- tai kasvonsuojainta.

2.3 Muut vaaratekijät - ei yhtään

3. KOOSTUMUS JA TIEDOT AINEOSISTA

3.1 Aineet

Kaava : Cl₃Nd

Molekyylipaino : 250,60 g/mol

Aineosa Pitoisuus
Neodymium trichloride
CAS-Nro.
EY-Nro.
10024-93-8
233-031-5
-

4. ENSIAPUTOIMENPITEET

4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus

Erityiset ohjeet

Otettava yhteys lääkäriin. Näytettävä tätä käytöturvallisuustiedotetta hoitavalle lääkärille.

Hengitettynä

Jos tuotetta on hengitetty, potilas on siirrettävä raittiiseen ilmaan. Jos potilas ei hengitä, hänelle annetaan tekohengitystä. Otettava yhteys lääkäriin.

Iholle saatuna

Roiskeet huuhdeltava saippualla ja runsaalla vedellä. Otettava yhteys lääkäriin.

Silmäkosketus

Roiskeet huuhdeltava huolellisesti runsaalla vedellä vähintään 15 minuutin ajan sekä otettava yhteys lääkäriin.

Nieltynä

Tajuttomalle henkilölle ei saa koskaan antaa mitään suun kautta. Suu huuhdellaan vedellä. Otettava yhteys lääkäriin.

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Mikäli tiedämme, ei aineen kemiallisia, fysikaalisia ja toksikologisia ominaisuuksia ole tarkoin tutkittu.

4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

tietoja ei ole käytettävissä

5. PALONTORJUNTATOIMENPITEET

5.1 Sammutusaineet

Soveltuvat sammutusaineet

Käytetään vesisumua, alkoholin kestävää vaahtoa, jauhetta tai hiilidioksidia.

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Kloorivety-kaasu, neodymiumoksidit

5.3 Palontorjuntaa koskevat ohjeet

Mikäli tarpeellista käytettävä paineilmalaitteita tulipalon sammutuksessa.

Aldrich - 449946 Sivu 3 / 7

5.4 Lisätietoja

tietoja ei ole käytettävissä

6. TOIMENPITEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖISSÄ

6.1 Varotoimenpiteet, henkilönsuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Käytettävä henkilökohtaista suojavarustusta. Vältettävä pölyn muodostusta. Vältettävä höyryjen/huurun/kaasun hengittämistä. Huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta. Evakuoitava henkilökunta turvalliisiin alueisiin. Vältettävä pölyn hengittämistä.

6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet

Estettävä tuotteen pääsy viemäristöön.

6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Kerättävä talteen ja hävitettävä siten, että pölyä ei pääse muodostumaan. Lakaistaan talteen ja lapioidaan. Säilytettävä sopivissa ja suljetuissa säiliöissä hävittämistä varten.

6.4 Viittaukset muihin kohtiin

Hävitystä varten katso kohta 13.

7. KÄSITTELY JA VARASTOINTI

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Varottava kemikaalin joutumista iholle ja silmiin. Vältettävä pölyn ja aerosolin muodostumista. Järjestettävä sopiva imutuuletus tiloihin, joissa voi muodostua pölyä. Normaalit toimenpiteet tulipalon ehkäisemiseksi.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Säilytettävä viileässä paikassa. Säiliö on pidettävä tiiviisti suljettuna kuivassa ja hyvin ilmastoidussa tilassa. Herkkä kosteudelle.

7.3 Erityinen loppukäyttö

tietoja ei ole käytettävissä

8. ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖNSUOJAIMET

8.1 Valvontaa koskevat muuttujat

Altistuksen raja-arvot

Ei sisällä aineita, joille on annettu enimmäispitoisuusrajoja.

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

Asianmukaiset tekniset torjuntatoimenpiteet

Käsiteltävä hyvän työhygienian ja turvallisuuskäytännön mukaisesti. Kädet pestävä ennen taukoja ja työpäivän jälkeen.

Henkilökohtaiset suojaimet

Silmien tai kasvojen suojaus

EN 166:n mukaiset sivusuojilla varustetut suojalasit Käytä silmien suojaukseen testattuja ja hyväksyttyjä valtion standardien kuten NIOSH (US) tai EN 166 (EU) mukaisia suojaimia.

Ihonsuojaus

Käsiteltävässä käytettävä suojakäsineitä. Käsineet on tarkistettava ennen käyttöä. Käytä oikeaa hanskan poistotekniikkaa (älä koske hanskan ulkopintaan) välttääksesi ihokosketusta tämän aineen kanssa. Hävitä kontaminoituneet käsineet käytön jälkeen voimassa olevien lakien ja hyvien laboratoriotapojen mukaisesti. Pese ja kuivaa kädet.

Valittujen suojakäsineiden tulee olla EU-direktiivin 89/686/ETY ja siitä johdetun standardin EN 374 mukaisia.

Immersiosuojaus

Materiaali: Nitrilikumi

minimikerrospaksuus: 0,11 mm

Läpäisy aika: > 480 min

Aldrich - 449946 Sivu 4 / 7

Materiaali testattu: Dermatril® (Aldrich Z677272, Koko M)

Roiskesuojaus

Materiaali: Nitrilikumi

minimikerrospaksuus: 0,11 mm

Läpäisy aika: > 30 min

Materiaali testattu: Dermatril® (Aldrich Z677272, Koko M)

tietolähde: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Puhelin +49 (0)6659 873000, Sähköposti

sales@kcl.de, Testausmenetelmä: EN374

Jos käsineitä käytetään liuoksessa tai sekoitetaan muiden aineiden kanssa sekä EN 374:stä poikkeavissa olosuhteissa, on otettava yhteyttä EU-hyväksyttyjen käsineiden toimittajaan. Tämä suositus on vain ohjeellinen ja se täytyy arvioida sellaisen Teollisuushygienistin toimesta, joka osaa ennakoida asiakkaiden käyttötavat. Sitä ei pidä tulkita niin, että suositeltaisiin jotain tiettyä skenaariota.

Kehon suojaus

läpäisemätön vaatetus, Suojavälineiden tyyppi on valittava tietyllä työpaikalla olevan vaarallisen aineen pitoisuuden ja määrän mukaan.

Hengityksensuojaus

Vähäisessä altistuksessa käytä tyyppi P95 (US) tai tyyppi P1 (EU EN 143)

partikkelihengityssuojainta. Paremman tason suojaukseen käytä tyyppi

OV/AG/P99 (US) tai tyyppi ABEK-P2 (EU EN 143) hengityssuojaimia.

Käytä kaasunaamareita ja valtion standardien kuten NIOSH (USA) ja CEN(EU) testaamia ja hyväksymiä välineitä.

9. FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET OMINAISUUDET

9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot

a) Olomuoto Muoto: jauhe

b) Haju tietoja ei ole käytettävissä

c) Hajukynnys tietoja ei ole käytettävissä

d) pH tietoja ei ole käytettävissä

e) Sulamis- tai

jäätymispiste

Sulamispiste/sulamisalue: 784 °C - lit.

f) Kiehumispiste ja

kiehumisalue

tietoja ei ole käytettävissä

g) Leimahduspiste ei määritettävissä

h) Haihtumisnopeus tietoja ei ole käytettävissä

i) Syttyvyys (kiinteät

aineet, kaasut)

tietoja ei ole käytettävissä

j) Ylin/alin syttyvyys- tai

räjähdyksäraja

tietoja ei ole käytettävissä

k) Höyrynpaine tietoja ei ole käytettävissä

- l) Höyryntiheys tietoja ei ole käytettävissä
m) Suhteellinen tiheys tietoja ei ole käytettävissä
n) Vesiliukoisuus tietoja ei ole käytettävissä
o) Jakautumiskerroin: noktanoli/
vesi
tietoja ei ole käytettävissä
p) Itsesyttymislämpötila tietoja ei ole käytettävissä
q) Hajoamislämpötila tietoja ei ole käytettävissä
r) Viskositeetti tietoja ei ole käytettävissä
Aldrich - 449946 Sivu 5 / 7
s) Räjähävyys tietoja ei ole käytettävissä
t) Hapettavuus tietoja ei ole käytettävissä

9.2 Muu turvallisuusohje

tietoja ei ole käytettävissä

10. STABIILISUUS JA REAKTIIVISUUS

10.1 Reaktiivisuus

tietoja ei ole käytettävissä

10.2 Kemiallinen stabiilisuus

tietoja ei ole käytettävissä

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus

tietoja ei ole käytettävissä

10.4 Vältettävät olosuhteet

Vältettävä kosteutta.

10.5 Yhteensopimattomat materiaalit

Voimakkaat hapettimet

10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet

Muut haitalliset hajoamistuotteet - tietoja ei ole käytettävissä

11. MYRKYLLISYYTEEN LIITTYVÄT TIEDOT

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista

Välitön myrkyllisyys

LD50 Suun kautta - hiiri - 3.692 mg/kg

Ihosiövyttävyyksi/ihoärsytys

Iho - kani - Ärsyttää ihoa lievästi - 24 h

Vakava silmävaurio/silmä-ärsytys

Silmät - kani -

Hengitysteiden tai ihon herkistyminen

tietoja ei ole käytettävissä

Sukusolujen perimää vaurioittavat vaikutukset

tietoja ei ole käytettävissä

Syöpää aiheuttavat vaikutukset

IARC: Tämän tuotteen yksikään aineosa, jota on vähintään 0,1 %, ei ole todennäköinen, mahdollinen tai todistetusti syöpää aiheuttava aine IARC:n mukaan.

Lisääntymiselle vaaralliset vaikutukset

tietoja ei ole käytettävissä

Elinkohtainen myrkyllisyys - kerta-altistuminen

Hengitys - Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

Elinkohtainen myrkyllisyys - toistuva altistuminen

tietoja ei ole käytettävissä

Aspiraatiovaara

tietoja ei ole käytettävissä

Mahdolliset terveysvaikutukset

Hengitys Saattaa olla haitallista hengitettynä. Aiheuttaa hengityselinten ärsytystä.

Nieleminen Saattaa olla haitallista nieltynä.

Iho Saattaa olla haitallista imeytyessään ihon läpi. Ärsyttää ihoa.

Silmät Ärsyttää voimakkaasti silmiä.

Aldrich - 449946 Sivu 6 / 7

Altistumisoireet

Mikäli tiedämme, ei aineen kemiallisia, fysikaalisia ja toksikologisia ominaisuuksia ole tarkoin tutkittu.

Muut tiedot

RTECS: QO8750000

12. TIEDOT VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

12.1 Myrkyllisyys

tietoja ei ole käytettävissä

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus

tietoja ei ole käytettävissä

12.3 Biokertyvyys

tietoja ei ole käytettävissä

12.4 Liikkuvuus maaperässä

tietoja ei ole käytettävissä

12.5 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset

tietoja ei ole käytettävissä

12.6 Muut haitalliset vaikutukset

tietoja ei ole käytettävissä

13. JÄTTEIDEN KÄSITTELYYN LIITTYVÄT NÄKÖKOHDAT

13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät

Tuote

Ylijäämät ja ei kierrätettävät liuottimet on tarjottava hyväksytylle jätteenkäsittelylaitokselle. Toimitetaan hävitettäväksi ongelmajätelaitokselle. Aine sekoitetaan palavaan liuottimeen ja poltetaan laitteistolla, jossa on jälkipoltin ja kaasunpesujärjestelmä.

Likaantunut pakkaus

Hävitettävä kuten käyttämätön tuote.

14. KULJETUSTIEDOT

14.1 YK-numero

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.2 Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi

ADR/RID: Ei vaarallisia aineita

IMDG: Not dangerous goods

IATA: Not dangerous goods

14.3 Kuljetuksen vaaraluokka

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.4 Pakkausryhmä

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.5 Ympäristövaarat

ADR/RID: ei IMDG Marine pollutant: no IATA: no

14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle

tietoja ei ole käytettävissä

15. LAINSÄÄDÄNTÖÄ KOSKEVAT TIEDOT

Tämä käyttöturvallisuustiedote täyttää Asetuksen (EY) N:o 1907/2006 vaatimukset.

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

tietoja ei ole käytettävissä

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi

tietoja ei ole käytettävissä

Aldrich - 449946 Sivuu 7 / 7

16. MUUT TIEDOT

Lisätietoja

Copyright 2012 Sigma-Aldrich Co. LLC. Lisenssi myöntää rajoittamattoman kopioinnin vain sisäiseen käyttöön.

Ylläolevat tiedot ovat tämänhetkisen tietämyksen mukaan oikeita, mutta niitä voidaan käyttää vain ohjeellisina. Tämän dokumentin sisältö perustuu tämänhetkiseen tietämykseen ja se soveltuu tuotteeseen huomioiden asianmukaiset turvatoimenpiteet. Se ei takaa tuotteen ominaisuuksia. Sigma ei vastaa minkäänlaisista tuotteen käsittelystä aiheutuneista vahingoista. Lisätiedot ja myyntiehdot löytyvät laskun tai lähetyslistan takapuolelta tai osoitteesta www.sigma-aldrich.com.